植物分类学报 25 (5): 357—365 (1987)
Acta Phytotaxonomica Sinica

中国薯蓣属花粉形态的初步研究

舒 璞
(江苏省植物研究所，南京)

摘要 本文作者对我国的薯蓣属 *Dioscorea* L. 5 组 33 种植物的花粉形态，用光学显微镜进行了系统的观察，并用扫描电子显微镜观察了其中一些代表类型。本属花粉有二种类型，即单沟型和双沟型。单沟型为原始型，双沟型则为进化类型。花粉资料支持了目前对该属分类的意见。

关键词 薯蓣属；花粉形态

薯蓣科植物的花粉形态在 1834 年 Mohl 就开始研究，继后又有 Selling (1947), Куприянова (1948), Erdtman (1952), Nair (1955) 进行了报道。他们只对少数种类进行了较简单的描述。近年来，我们用光学显微镜和扫描电子显微镜研究了分布我国的该属 5 个组 33 种植物的花粉形态，并进行了详细的观察和比较，为确定该属分类群的位置提供了依据。

材 料 与 方 法

花粉材料均采自从各地引种栽培在本所植物园的植物，部分材料取自标本室的腊叶标本。光学显微镜观察花粉制片用醋酸酐分解法处理，扫描电镜花粉均为未经分解处理的花粉，用金箔喷镀后在 T20 型号扫描电镜下观察。

本文观察的 5 个组为：根状茎组 Sect. Stenophora Uline, 复叶组 Sect. Lasiophyton Pr. et Burk., 顶生翅组 Sect. Shannicorea Pr. et Burk., 黄独组 Sect. Opsophyton Uline. 和薯蓣组 Sect. Enantiophyllum Uline.。

Sect. Combilium Pr. et Burk. 属栽培类型无开花材料，待后续报。

花 粉 形 态

薯蓣属花粉具 1 沟或 2(—3) 沟，外层与内层等厚与稍厚。单沟的花粉较大，二端尖，极轴长为 17.4—26.7μm，长赤道轴 26.8—39.1μm，短赤道轴 17—25.5μm；外壁纹饰有条纹状、穴状、脑纹-网状。双沟的花粉较单沟的花粉小，二端平截，极轴长为 13.9—23.1μm，长赤道轴 19.2—26.7μm，外壁纹饰为网状或拟脑纹-网状。

薯蓣属 5 组 33 种植物的花粉形态见表 1。

根据表 1 观察结果，今将各组花粉形态特征归纳如下；

(一) 根茎组 Sect. Stenophora Uline (图版 1:1—12, 16, 20—21；图版 3:11—14；图版 4:4—7, 9—10)

花粉粒形状为扁球形，二端略尖。单沟型。体积大小：极轴长度 17.4—26.7μm，赤道

表1 薯 蓣 属 各 种

Table 1 Characteristics of pollen

组名 Section	引种植物名 Species	引种地点 Locality	花粉形状 Form of grains	远极沟数目 Number of anasulcate	花粉大小 (μm) Size of pollen grains
根茎组 Sect. Stenophora	蜀葵叶薯蓣 *D. althaeoides*	云南 Yunnan	两端尖 two ends sharp	1	21(17.8—23.8)×28.6(22.6—35.7)×17.8(13—17.8)
	异叶薯蓣 *D. biformifolia*	云南 Yunnan	同上 Ditto	1	29.6(28.6—41.2)×28.6(21.4—30.9)×24.2(21.4—28.6)
	山葛薯 *D. chingii*	广西 Guangxi	同上 Ditto	1	24.3(23.8—25)×32.1(30.09—33.3)
	福州薯蓣 *D. futschauensis*	福建 Fujian	同上 Ditto	1	27.4(22.6—29.7)×38(30.9—39.3)×21.4
	纤细薯蓣 *D. gracillima*	浙江 Zhejiang	同上 Ditto	1	21.4(15.5—23.8)×28.6(23.8—35.7)×19(13—20.2)
	绵萆薢 *D. septemloba*	湖南 Hunan	同上 Ditto	1	21.4(17.1—22.6)×31.5(23—24)
	山萆薢 *D. tokoro*	江苏 Jiangsu	同上 Ditto	1	22.6(16.7—27.4)×29.8(26.2—38.1)×18.9(16.7—20.3
	盾叶薯蓣 *D. zingiberensis*	湖北 Hubei 云南 Yunnan 湖南 Hunan	同上 Ditto	1	26.6(14.9—27.1)×29.2(22.8—34.2)×17.6(16—20.3)
	板砖 *D. banzhuana*	云南 Yunnan	同上 Ditto	1	16.7(13—22.6)×22.6(19—26.2)
	叉蕊薯蓣 *D. collettii*	云南 Yunnan	同上 Ditto	1	23.8(17.6—27.8)×38.8(35.8—43.9)×21.2(15.5—25)
	粉背薯蓣 *D. collettii* var. *hypoglauca*	湖南 Hunan	同上 Ditto	1	23.8(18.5—28.4)×35.7(32.1—45.8)×19(21.3—32.7)
	三角叶薯蓣 *D. deltoidea*	四川 Sichuan	同上 Ditto	1	26.2(16.2—26.7)×38(29.8—48.2)×26.2(19.6—27.5)
	穿龙薯蓣 *D. nipponica*	山东 Shandong 安徽 Anhui	同上 Ditto	1	25.9(19.6—30)×34.1(26.5—37.2)×27.5(20.2—29.8)
	柴黄姜 *D. nipponica* subsp. *rosthornii*	四川 Sichuan	同上 Ditto	1	26.2(19.0—34.5)×35.7(26.7—40.5)
	黄山药 *D. panthaica*	云南 Yunnan	同上 Ditto	1	23.8(17.9—28.6)×33.3(23.8—58.1)×23.2(21.4—24.9)
	马肠薯蓣 *D. simulans*	广西 Guangxi	同上 Ditto	1	25(20.2—29.8)×33.3(31.3—41)×23.8(20.8—23.4)

植　物　花　粉　形　态

grains in *Dioscorea*

外壁纹饰 Sculpture of exine		图版
光学显微镜下 Under LM	扫描电镜下 Under SEM	Plate
条纹明显，不规则 striae distinct, irregular	条纹状 striate	1:8
条纹明显，规则 striae distinct, regular	条状纹，排列整齐，条纹间有空隙并有针眼状穿孔 regularly striate, between striae poral lacunae present and needle-perforate	1:12,21 4:7
条纹明显 distinctly striate	条纹状 striate	
同上 Ditto	同上 Ditto	
条纹状，不规则 striate, irregular	条纹细，排列整齐有规则，条纹间有少量孔隙 regularly and finely striate between striae a few poral lacunae present	2:14 4:4
条纹明显，规则 distinctly striate, regular	条纹状 striate	1:7
条纹明显 distinctly striate	条纹稍粗 crass-striate	4:9
同上 Ditto	条纹排列整齐，有规则，条纹间有裂隙，条纹上有小瘤状凸起物 regularly striate, with crevices between striae and tuberculate on striae	1:10,20 3:11,12
粗网状纹，网眼较大 crass-reticulate, lumina rather large		1:11
网状纹，网眼大小均匀 reticulate, lumina uniform	穴-网状，网眼浅，多数穿孔 foveolate-reticulate, luminae shallow and mostly perforate	1:9 3:13 4:5
细网状纹，网眼大小均匀 finely reticulate, lumina uniform	穴-网状，网眼浅，少量穿孔 foveolate-reticulate, luminae shallow, with few perforations	1:2 3:14 4:10
网状纹　网眼大小均匀 reticulate, lumina uniform		1:1
粗网状纹，网眼大 crass-reticulate, lumina large	拟脑纹-网纹 cerebroid-reticulate	1:3,16 4:6
粗网状纹，网眼大 crass-reticulate, lumina large		1:5
网状纹，网眼较小 reticulate, lumina minute		1:4
粗网状，网眼大小均匀 crass-reticulate, lumina uniform		

组名 Section	引种植物名 Species	引种地点 Locality	花粉形状 Form of grains	远极沟数目 Number of anasulcate	花 粉 大 小 (μm) Size of pollen grains
根茎组 Sect. Stenophora	细柄薯蓣 *D. tenuipes*	浙江 Zhejiang	同上 Ditto	1	30.9(19—33.3)×45.2(30.9—50)×33.3(14.3—38)
	吊罗薯蓣 *D. poilanei*	广东 Guangdong	同上 Ditto	1	40.0(34.5—52.4)×28.6(26.2—38)23.8
复叶组 Sect. Lasiophyton	白薯莨 *D. hispida*	云南 Yunnan	两端平截 both flat ends	2	(15—17.50)16.25×(13.75—16.25)15
	毛芋头薯蓣 *D. kamoonensis*	浙江 Zhejiang 福建 Fujian 湖北 Hubei 湖南 Hunan 广东 Guangdong 四川 Sichuan	同上 Ditto	2	19.1(16.7—20.2)×21.4(19—23.8)×17.9
	高山薯蓣 *D. henryi*	四川 Sichuan 云南 Yunnan	同上 Ditto	2	(13.75—17.5)15×(11—13.75)10
	黑珠芽薯蓣 *D. melanophyma*	云南 Yunnan	同上 Ditto	2	
	D. cumingi var. *inaequifolia*		同上 Ditto	2	
顶生翅组 Sect. Shannicorea	卷须状薯蓣 *D. tentaculigera*	云南 Yunnan	同上 Ditto	2	14.3(11.9—19)×23.8(19.0—28.1)×12(11.9—14.3)
	光亮薯蓣 *D. nitens*	云南 Yunnan	同上 Ditto	2	(27.50—35)28.75×(15—23.75)20
	毛胶薯蓣 *D. subcalva*	云南 Yunnan	同上 Ditto	2	
黄独组 Sect. Opsophyton	黄 独 *D. bulbifera*	云南 Yunnan 广东 Guangdong	同上 Ditto	2—3	11.9(10.3—10.7)×16.7(14.3—19)×11(10.7—13.1)
薯蓣组 Sect. Enantiophyllum	山 薯 *D. fordii*	广东 Guangdong	同上 Ditto	2	16.7(14.3—22.6)×23.8(19—26.2)×15(12.1—16.7)
	异块茎薯蓣 *D. cirrhosa*	浙江 Zhejiang 江西 Jianxi 湖南 Hunan	同上 Ditto	2	(17.50—22.5)20×16.25(12.50—19.75)

（续　表）

外壁纹饰 Sculpture of exine		图版
光学显微镜下 Under LM	扫描电镜下 Under SEM	Plate
粗网状，网眼较大 crass-reticulate, lumina rather large		1:6
粗网状，模糊 crass-reticulate, obscure		
网状纹，网眼很小 reticulate, lumina minute	网状纹，网眼，穴状分布密，排列规则网背宽 reticulate, luminae foveolate, densely and regularly arranged, muri broad	2:15 3:15 4:1
粗网状纹，网眼大 crass-reticulate, lumina large	穴状，网眼针穴状，有裂隙 foveolate, luminae needlefoveolate, rimous	3:2,5,10
网状纹 reticulate	网状纹，网背细，网眼光滑，较整齐 reticulate, muri thin, luminae smooth, rather regular	4:2
同上 Ditto	针穴状 needle-foveolate	2:13,16
同上 Ditto	网状纹，网眼光滑，网脊宽 reticulate, luminae smooth, muri broad	3:1,3
同上 Ditto		
同上 Ditto	网状纹，网脊宽而光滑，网眼光滑具穿孔，排列较整齐 reticulate, muri broad and smooth, luminae smooth, perforate, rather regular	2:6
同上 Ditto	拟脑纹-网状，脑纹细，网眼小，有少量穿孔 cerebroid-reticulate, muri thin, luminae minute, with few perforations	1:13,15 2:2 4:3
粗网状纹，网眼较大 crass-reticulate, lumina rather large	网状纹，网脊细，网眼大小较整齐 reticulate, muri thin, luminae uniform	1:14,18,19 2:10
粗网状纹　网眼小 crass-reticulate, lumina minute	网状纹，网眼大小均匀，较小 reticulate, luminae uniform, rather minute	2:11
网状纹 reticulate	拟脑纹-网状，网眼穴状圆而光滑，较多穿孔 cerebroid-reticulate luminae foveolate and smooth, with more perforations	2:1,4

组名 Section	引种植物名 Species	引种地点 Locality	花粉形状 Form of grains	远极沟数目 Number of anasulcate	花粉大小 (μm) Size of pollen grains
薯蓣组 Sect. Enantiophyllum	日本薯蓣 *D. japonica*	福建 Fujian	同上 Ditto	2	
	D. pulutra	云南 Yunnan	同上 Ditto	2	
	薯蓣 *D. opposita*	四川 Sichuan	同上 Ditto	2	
	云翅参薯 *D. exalata*	云南 Yunnan 广西 Guangxi	同上 Ditto	2	

轴长 26.8—39.1μm，短赤道轴长 17—25.5μm。外壁纹饰：在光学显微镜下为条纹状或网状纹饰，扫描电镜下则为条纹状、穴-网状或拟脑纹-网状。

（二）复叶组 Sect. Lasiophyton Pr. er Burk. （图版 2:13，15—16；图版 3:1—3，5，10，15；图版 4:1—2）

花粉粒形状为扁球形，二端平截。双沟型。体积大小：极轴长度 11—19.1μm。赤道轴长 13.75—21.4μm。外壁纹饰：光学显微镜下为网状纹饰，扫描电镜下则为网状、穴状或针-穴状。

（三）黄独组 Sect. Opsophyton Uline （图版 1:14，18，19；图版 2:10）

花粉粒形状为扁球形，二端平截。双沟型有时出现三沟型。体积大小：极轴长度 10.7—16.7μm，赤道轴长 14.3—19μm，短赤道轴 10.7—13.1μm。外壁纹饰：在光学显微镜下为网状纹饰，在扫描电镜下则为典型的网状纹饰。

（四）顶生翅组 Sect. Shannicorea Pr. et Burk. （图版 1:13，15；图版 2:2，6；图版 4:3）

花粉粒形状为扁球形，二端平截。双沟型。体积大小：极轴长为 11.9—20μm，赤道轴长 19—35μm，短赤道轴长 11.9—14.3μm。外壁纹饰：在光学显微镜下为网状纹饰，扫描电镜下则为网状或拟脑纹-网状。

（五）薯蓣组 Sect. Enantiophyllum Uline （图版 1:17；图版 2:1，3—5，7—8，11—12；图版 3:4，7—9）

花粉粒形状为扁球形，二端平截，双沟型。体积大小：极轴长为 12.5—16.25μm，赤道轴长为 17.50—23.8μm，短赤道轴为 12.1—15μm。外壁纹饰：在光学显微镜下为网状纹饰，在扫描电镜下则为拟脑纹-网状。

讨　论

（一）薯蓣属根茎组是原始类群。

（续　表）

外壁纹饰 Sculpture of exine		图版 Plate
光学显微镜下 Under LM	扫描电镜下 Under SEM	
不规则网状纹 irregularly reticulate	拟脑纹-网状，网眼针穴状，拟脑纹较细，有裂隙 cerebroid-reticulate, luminae needle-foveolate, muri minute, with crevices	2:8 3:4,7,8
同上 Ditto	同上 Ditto	2:3,12
	条-网状 striate-reticulate	1:17 2:7
	拟脑纹-网状 cerebroid-reticulate	2:5 3:9

1. 花粉粒具二种形状：

单沟型花粉二端尖——根茎组。

双沟花粉二端平截——复叶组，预生翅组，周生翅组。

2(—3) 沟型——黄独组。

2. 花粉粒大小：

单沟型的体积较双沟型的大。

根据花粉粒的两种形态，根茎组 18 个种，花粉粒均为单沟类型，它们与其邻近的百合科的单沟花粉十分相似，从亲缘演化趋势角度出发 Burkill 也曾假设过薯蓣科最早祖先 Proto-Dioscoreaceae 是从 Proto-Liliales 具根状茎类型发生的，薯蓣属是来源于百合目地下器官具根状茎的祖先，与百合科较近缘[8]。从而，可以认为，根茎组是较原始的类群。

1976 年 Walker 也曾指出，体积大的远极槽花粉是原始类型，体积小的花粉则是进化类型。体积大的远极槽（单沟型）花粉在薯蓣属根茎组中占优势，是薯蓣属的基本类型。

根据花粉粒从大到小的演化趋势来分析薯蓣属有根状茎缩短向块茎演化的趋向。

从染色体数目来看根茎组所属的种，染色体大都为 2 倍体[3,5,6]。

综上所述，花粉的远极槽(单槽)，花粉粒较大，都说明它较原始，同样伴有演化过程中的其它原始性状即多年生根状茎，1 个韧皮部单元的茎生维管束，无规则型的叶表皮气孔，因此，根茎组是一个原始的自然类群的观点是可以成立的。

（二）薯蓣属已观察的种类花粉形态在扫描电镜下可归纳五种外壁纹饰：

1. 条纹状纹饰（*D. biformifolia*, *D. zingiberensis*, *D. tokoro*, *D. gracillima*)。

2. 穴-网状纹饰（*D. collettii* *D. collettii* Hook. f. var. *hypoglauca*)。

3. 针-穴状纹饰（*D. hispida*, *D. melanophyma*, *D. kamoonensis*)。

4. 网状纹饰（*D. henryii*, *D. bulbifera*, *D. Cumingii* var. *inaequifolia*, *D. nitens*)。

5. 拟脑纹-网状纹饰（*D. cirrhosa*, *D. japonica*, *D. subcalva*, *D. pululra*, *D. exalata*,

D. nipponica)。

花粉外壁在光学显微镜下，分为条纹状及网状纹饰二大类(见表 1)。但在扫描电镜下观察的亚显微结构，我们清楚地看到了 33 种植物的花粉纹饰大致可归纳为五种类型(即条纹状,穴-网状,针-穴状,网状,拟脑纹-网状)。

初步认为,薯蓣属外壁纹饰条纹状类型是较原始的,而根茎组中有三分之一多的种是此纹饰,它是薯蓣属系统演化中最早出现的一支,但该组中的 *D. nipponica* 花粉为拟脑纹-网状,较该组的其它种明显不同, *D. collettii Hook.*、*D. collettii* Hook. f. var. *hypoglauca* (Palibin) pei et Ting. 很有可能这些纹饰不同的种在该组的演化过程中是一些关键种。

从薯蓣组的纹饰归类来看,它们均属拟脑纹-网状。它的花、果、种子也较一致，可以认为,该组也是一个自然类群,是在该属中比较进化的组合群。

顶生翅组 *D. subcalva* pr et Burk. 的纹饰与薯蓣组的种类较相似。*D. nitens* 的花粉粒特征较大可能是该组中的原始特征。

黄独组 *D. bulbifera* L. 的花粉粒大小、纹饰与复叶组某些种十分相似，但该种偶而出现了三沟花粉，可能它在该属进化中是一个较高分支。三沟花粉是双子叶植物最典型的特征，在双子叶植物中它不是进化类型而属原始类型，但与单子叶植物的薯蓣属的远极沟相比较，偶而出现的三沟类型却又是进化的类型。这样很有可能黄独组与复叶组属于同一祖先起源而趋同进化。

综上所述,可以说该属的外壁纹饰的类型与组的分类进化有一定程度的联系。

薯蓣属五个组的演化趋向

根据薯蓣属花粉粒由单沟 → 双沟,二端尖 → 二端平截,体积由大 → 小,纹饰由条纹状向拟脑纹-网状的过渡来看五组的分类系统位置的安排。

具有远极沟的种均集中在根茎组内,它们是薯蓣属中最早出现的一支,根茎组保留着单子叶植物花粉特征的最简单类型。没有发现它们产生 2(—3) 沟的花粉,说明它的原始性。块茎组虽然有单子叶植物花粉的一些特征,但它已从单沟演变为双沟;无条纹状纹饰出现,不存在单沟花粉，说明它是由原始的根茎组类型演化而来。五个组的演化趋向是:根茎组最原始,其次是复叶组,顶生翅组较靠近复叶组,黄独组较进化,薯蓣组最进化。

与此同时我们又做了根茎组中的北美种 *D. villosa*, 它为单沟型,花粉粒体积在该组中为最小,条纹状纹饰,具有明显的原始特征。(图版 4:8)

参 考 文 献

[1] 中国科学院植物研究所形态室孢粉组，1960: 中国植物花粉形态,科学出版社。

[2] 中国科学院植物研究所古植物孢粉组，华南植物研究所形态研究室，1982: 中国热带亚热带被子植物花粉形态,科学出版社。

[3] 江苏省植物研究所薯蓣课题组，1976: 中国薯蓣属根茎组植物的分类和染色体数的研究，植物分类学报 **14** (1): 65—72。

[4] 玻克罗夫斯卡娅著 (1950),王伏雄等译，1956: 花粉分析,科学出版社。

[5] 秦慧贞、张美珍等,1985: 中国薯蓣属细胞分类的研究——染色体数与该属起源和演化,植物分类学报 **23**(1): 11—18。

[6] 裴鉴、丁志遵等,1979: 中国薯蓣属根茎组系统分类的初步研究,植物分类学报 **17**(3): 61—72。

[7] 额尔特曼著 (1952),王伏雄等译，1962: 花粉形态与植物分类,科学出版社。

[8] Burkill, I. E., 1960: The Organography and the Evolution of Dioscoreaceae, the Family of the Yams. *Journ. Linn. Soc.* Bot. **56**(367): 319—412.
[9] Nalk, P. K. K., 1965: Pollen Grains of western Himalayan Plants 41.
[10] Герасименко, И. И. 1972: Распространение стероидных сапогенинов в роде диоскорея и перспективы их дальнейших поисков, *Растительные Ресурсы.* **8**(2): 161—175.

POLLEN MORPHOLOGY OF *DIOSCOREA* IN CHINA

Su Pu

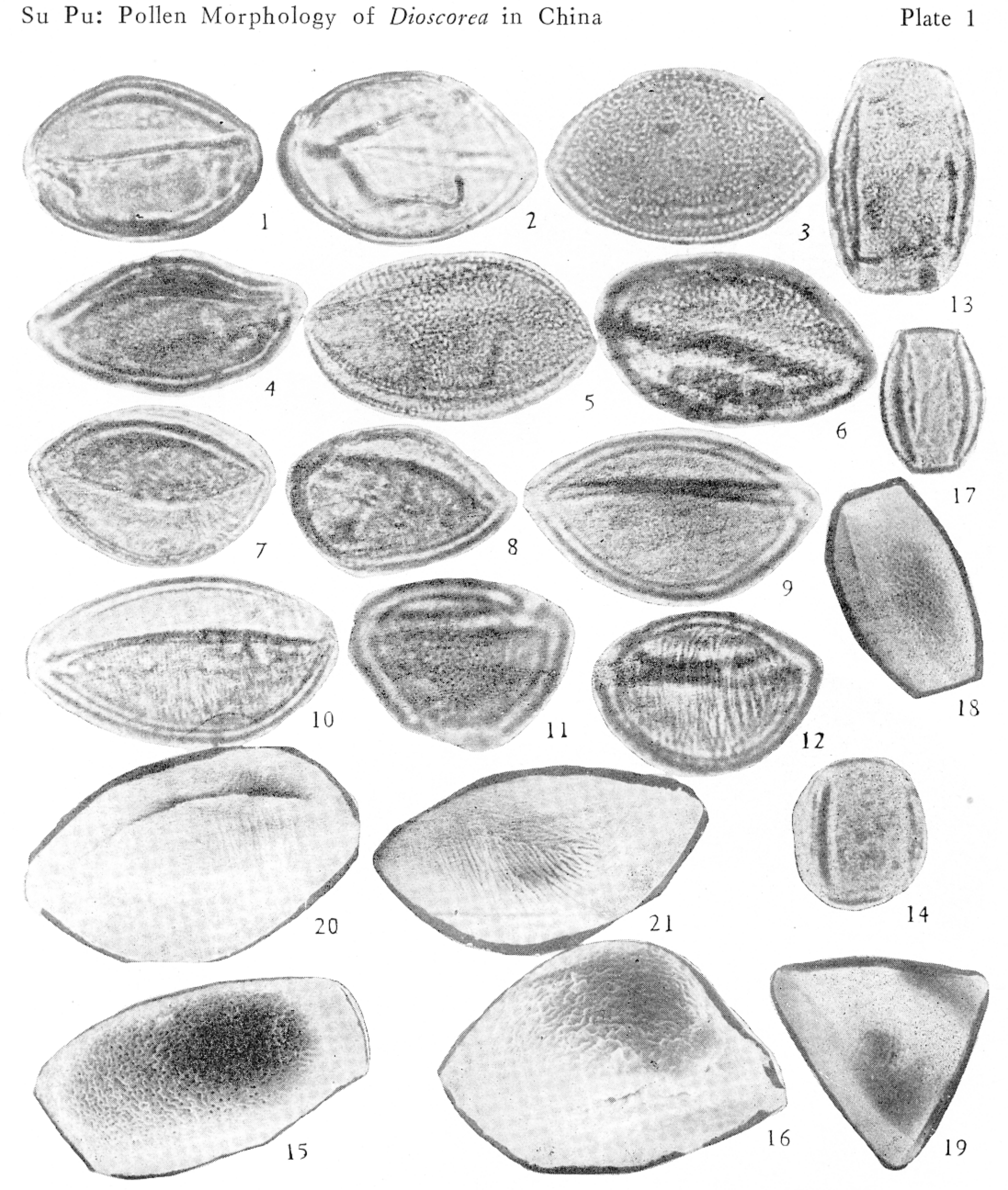
(Jiangsu Institute of Botany, Nanjing)

Abstract This paper deals with pollen morphology of 33 species belonging to 5 sections of *Dioscorea* in China. They were examined under both LM and SEM.

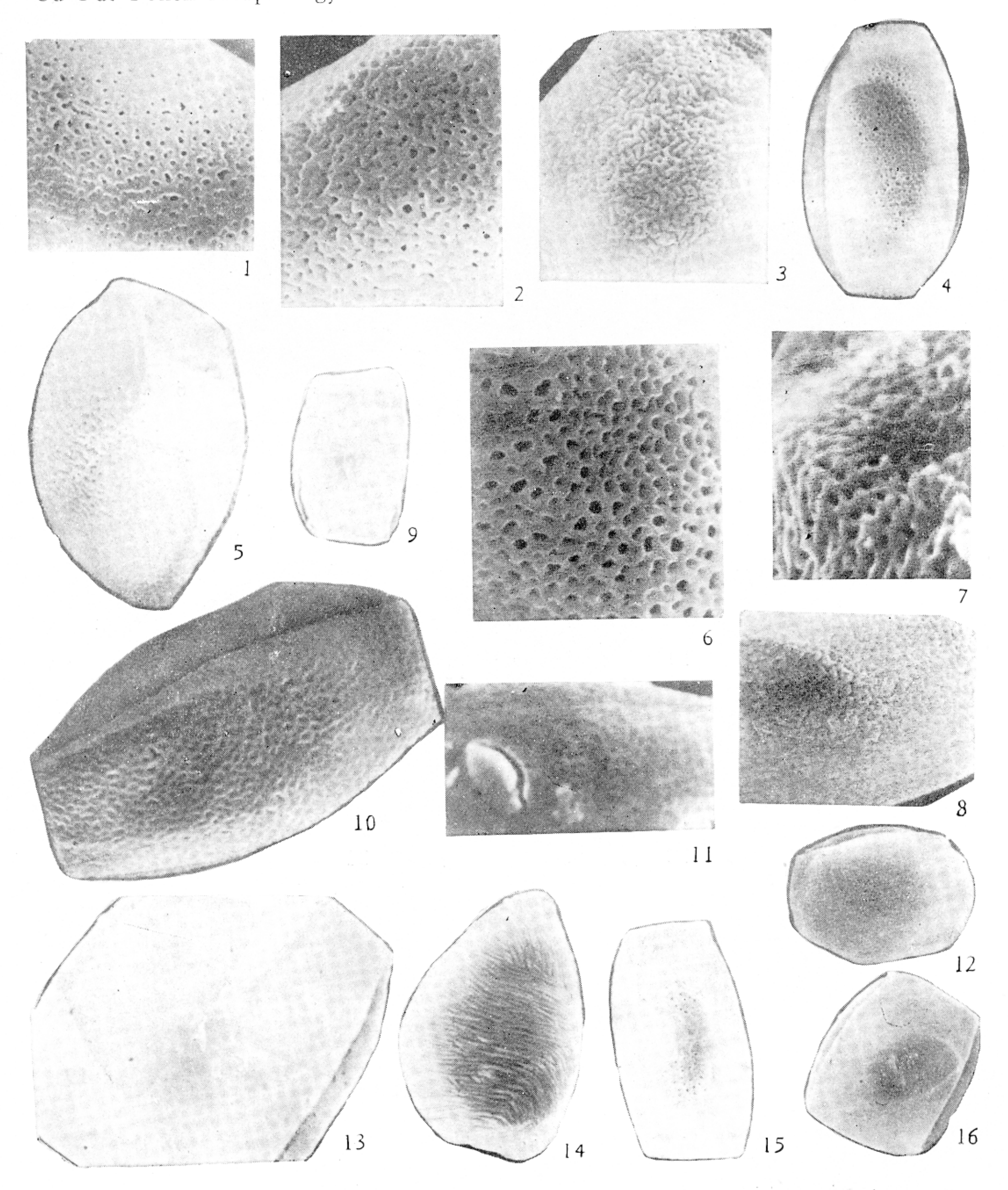
The pollen grains of Sect. *Stenophora* are monocolpate with the size of 17—25.5×26.8—39.1 μm, the exine is reticulate, striate, parforate-reticulate or cerebro-reticulate, while those of the other sections are bicolpate, reticulate or cerebro- reticulate with the size of 19.2—26.7×13.9—23.1 μm.

Based on palynological data Sect. Stenophora may be considered primitive and Sect. Enantiophyllum the most advanced in *Dioscorea.*

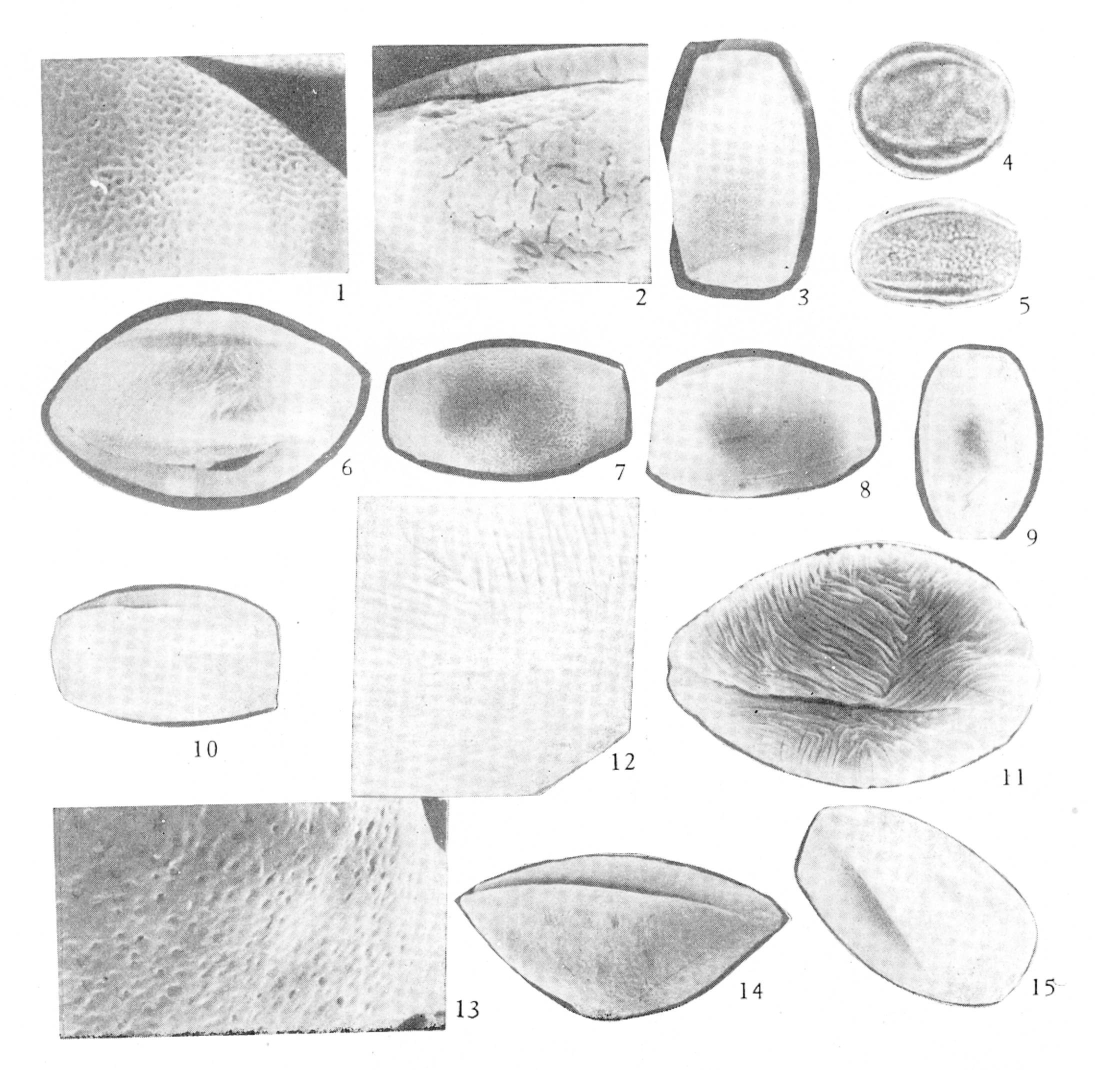
Key words Pallen Morphology; *Dioscorea*



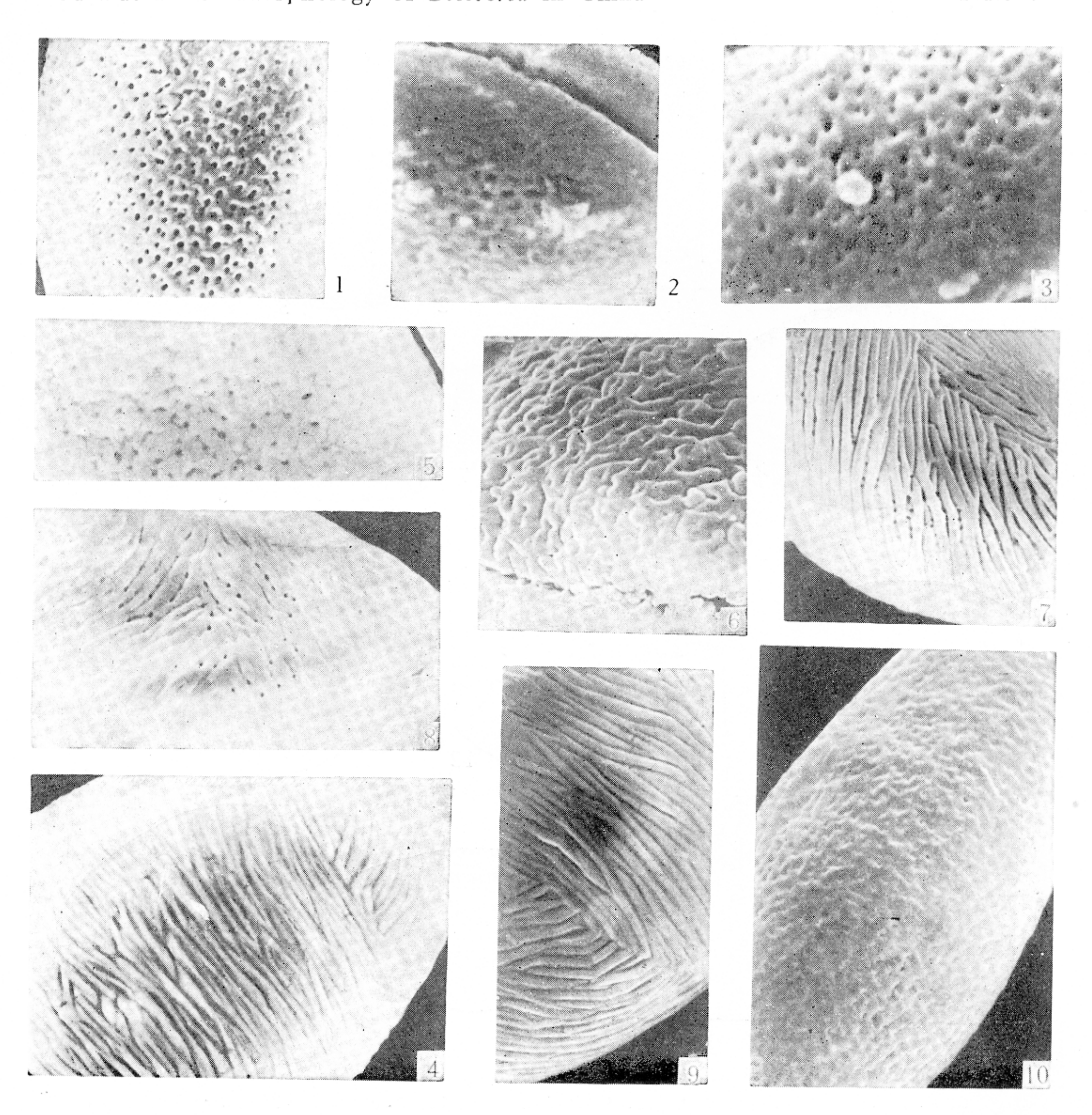
1. *Dioscorea deltoidea*; 2. *D. collettii* var. *hypoglauca*.; 3,16. *D. nipponica*; 4. *D. panthaica*; 5. *D. nipponica* subsp. *rosthornii*; 6. *D. tenuipes*; 7. *D. septemloba*; 8. *D. althaeoides*; 9. *D. collettii*; 10,20. *D. zingiberensis*; 11. *D. banzuana*; 12,21. *D. biformifolia*; 13,15. *D. subcalva*; 14,18,19. *D. bulbifera*; 17. *D. opposita*; (LM 1-17. ×1000; SEM 18. JSM-T20 ×2500; JSM-T20 ×3500)



1,4. *Dioscorea cirrhosa*; 2. *D. subcava*; 3,12. *D. pululra*; 5. *D. exalata*; 6. *D. nitens*; 7. *D. opposita*; 8. *D. japonica*; 9. *D. pentaphylla*; 10. *D. bulbifera*; 11. *D. fordii*; 13,16. *D. melanophyma*; 14. *D. gracillima*; 15. *D. hispida*; (SEM 1—3,6—8, 10, 11, 13. JSM-T20 ×5000; SEM 4, 5 ,9, 14—16. JSM-T20 ×3500; SEM 12. JSM-T20 ×2000)



1,3. *Dioscorea cumingii* var. *inaequifolia*; 2,5,10. *D. kamoonensis*; 4,7,8. *D. japonica*; 6. *D. villosa*; 9. *D. exalata*; 11,12. *D. zingiberensis*; 13. *D. collettii*; 14. *D. collettii* var. *hypoglauca*; 15. *D. hispida* (LM 4,5. ×e1000; SEM 1,2,11—13. JSM-T20 ×5000; SEM 6,14,15. JSM-T20 ×3500)



1. *Dioscorea hispida*; 2. *D. henryi*; 3. *D. subcava*; 4. *D. gracillima*; 5. *D. collettii*; 6. *D. nipponica*; 7. *D. biformifolia*; 8. *D. villosa*; 9. *D. tokoro*; 10. *D. collettii* var. *hypoglauca*;
(SEM 1—10. JSM-T20 ×5000)